

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-212680
 (43)Date of publication of application : 31.07.2002

(51)Int.Cl. C22C 38/00
 C22C 38/38
 C22C 38/60

(21)Application number : 2001-006389

(22)Date of filing : 15.01.2001

(71)Applicant : NIPPON STEEL CORP

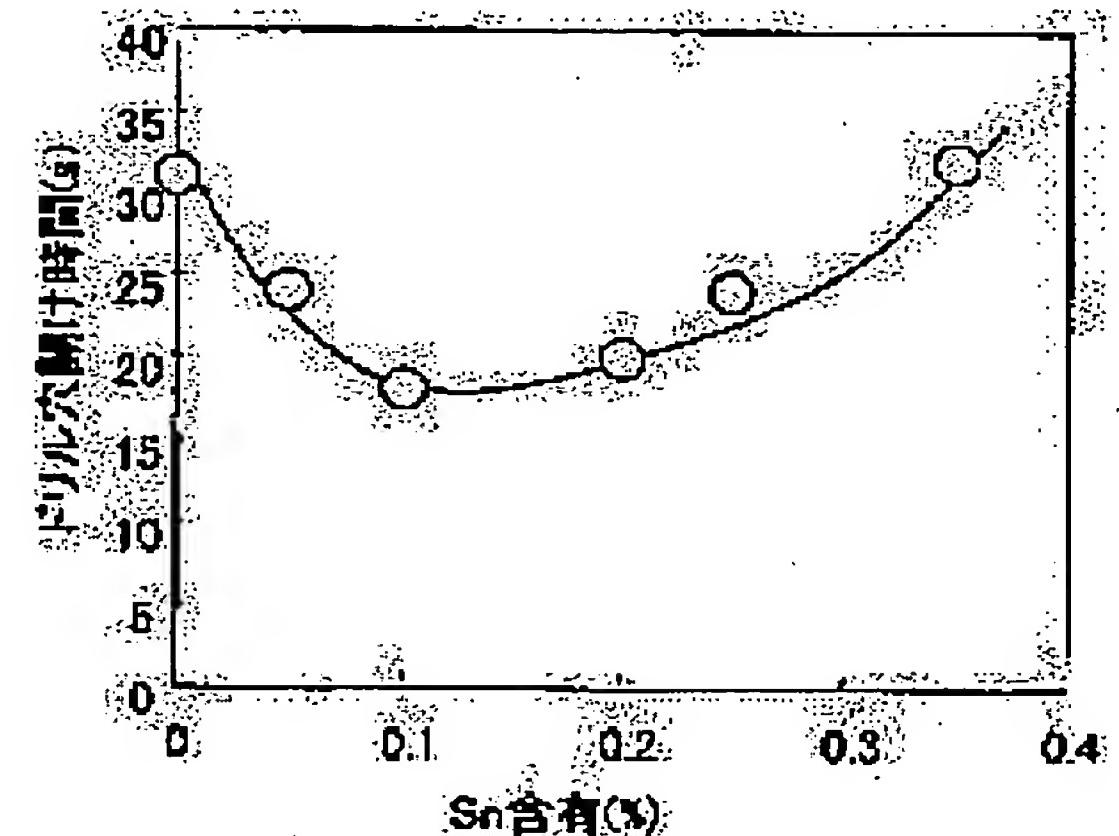
(72)Inventor : TAKANO KOJI
 OKIMORI MAYUMI
 TAKEUCHI KAZUHISA
 KIKUCHI MASAO

(54) MARTENSITIC FREE CUTTING STAINLESS STEEL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a martensitic free cutting stainless steel which has excellent cold forgeability, machinability, hot producibility and environmental harmonization without incorporation with harmful elements such as Pb.

SOLUTION: The stainless steel has a composition containing, by mass, $\leq 0.40\%$ C, $\leq 3.0\%$ Mn, $\leq 0.1\%$ P, 10 to 17% Cr, 0.03 to 0.3% Sn and $\leq 0.1\%$ N as fundamental components, and, if required, containing 0.05 to 0.4% S, 0.05 to 0.4% Si, <0.01% Al and 0.005 to 0.015% O, also, one or more selected from 0.0005 to 0.02% B, 0.0005 to 0.02% Ca and 0.005 to 0.20% Bi, one or more selected from $\leq 1.0\%$ Ni, $\leq 2.5\%$ Cu, $\leq 3.0\%$ Mo and $\leq 1.0\%$ Co, $\leq 0.3\%$ Nb, $\leq 0.3\%$ V, $\leq 0.3\%$ W, $\leq 0.3\%$ Ta and $\leq 0.3\%$ Zr, and also, one or more selected from 0.0005 to 0.2% rare earth metals, 0.01 to 0.3% Ti and 0.0005 to 0.01% Mg, and the balance Fe with inevitable components.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2002-212680
(P2002-212680A)

(43)公開日 平成14年7月31日 (2002.7.31)

(51)IntCl.⁷
C 22 C 38/00
38/38
38/60

識別記号
3 0 2

F I
C 22 C 38/00
38/38
38/60

テーマコード(参考)
3 0 2 Z

審査請求 未請求 請求項の数8 O.L (全9頁)

(21)出願番号 特願2001-6389(P2001-6389)

(22)出願日 平成13年1月15日 (2001.1.15)

(71)出願人 000006655

新日本製鐵株式会社
東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72)発明者 高野 光司

光市大字島田3434番地 新日本製鐵株式会
社光製鐵所内

(72)発明者 沖森 麻佑巳

光市大字島田3434番地 新日本製鐵株式会
社光製鐵所内

(74)代理人 100062421

弁理士 田村 弘明 (外1名)

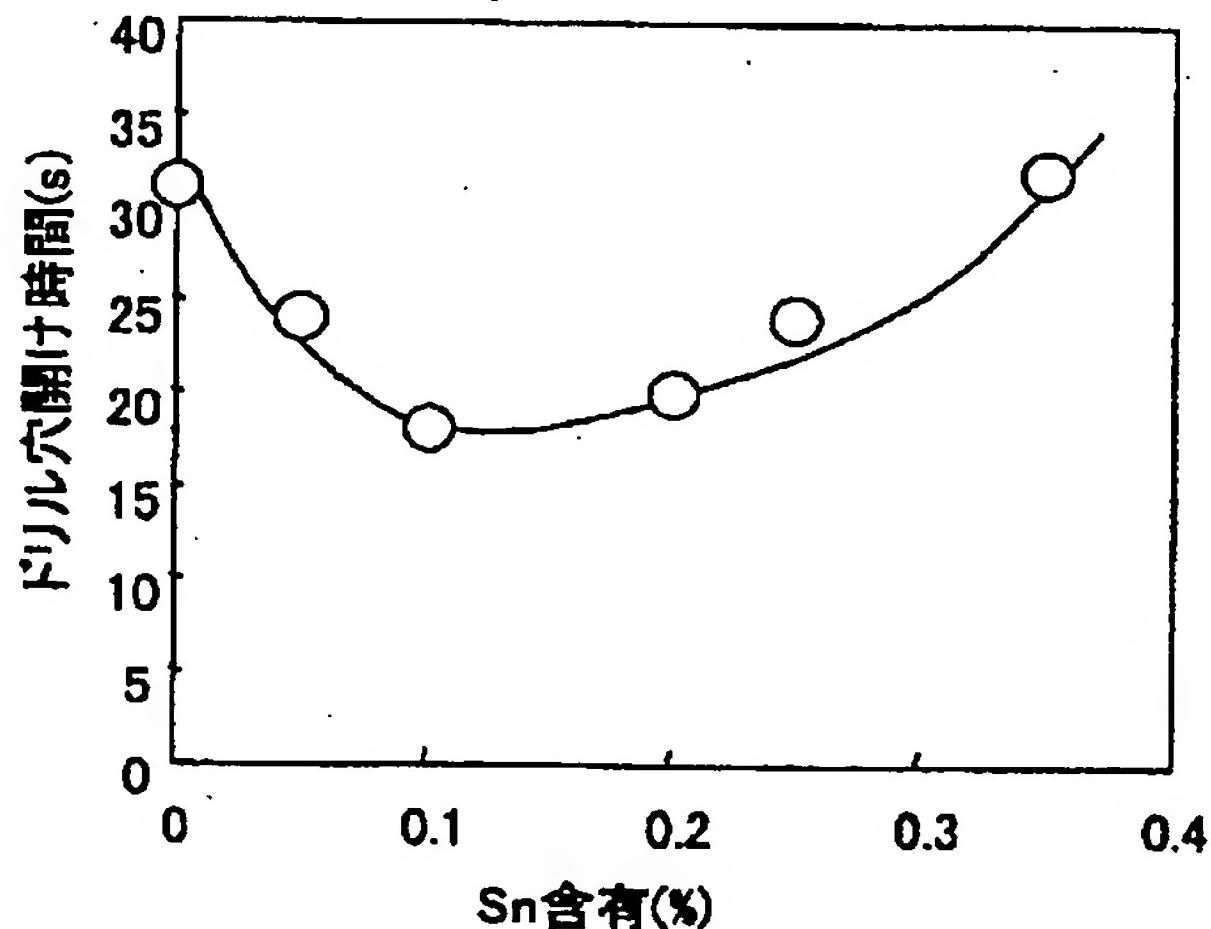
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 マルテンサイト系快削ステンレス鋼

(57)【要約】

【課題】 P b等の有害元素を含有せず、冷間鍛造性、切削性、熱間製造性及び環境調和性に優れたマルテンサイト系快削ステンレス鋼を提供する。

【解決手段】 質量%で、C \leq 0.40, Mn \leq 3.0, P \leq 0.1, Cr:10~17, Sn:0.03~0.3, N \leq :0.1を基本成分とし、必要に応じS:0.05~0.4, Si:0.05~0.4, Al:0.01未満, O:0.005~0.015, また、B:0.0005~0.02, Ca:0.0005~0.02, Bi:0.005~0.20の1種又は2種以上、Ni \leq 1.0, Cu \leq 2.5, Mo \leq 3.0, Co \leq 1.0の1種又は2種以上、Nb \leq 0.3, V \leq 0.3, W \leq 0.3, Ta \leq 0.3, Zr \leq 0.3, また、REM:0.0005~0.2, Ti:0.01~0.3, Mg:0.0005~0.01の1種又は2種以上を含有し、残部Fe及び不可避的成分からなるステンレス鋼。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 質量%で、

C : 0. 05~0. 40 %、

Mn : 0. 05~3. 0 %、

P : 0. 01~0. 1 %、

Cr : 10~17 %、

Sn : 0. 03~0. 3 %

N : 0. 005~0. 10 %

を含有し、残部がFe及び不可避的成分からなることを特徴とするマルテンサイト系快削ステンレス鋼。

【請求項2】 質量%で、

C : 0. 05~0. 15 %、

Mn : 0. 05~3. 0 %、

P : 0. 01~0. 1 %、

S : 0. 0005~0. 05 %、

Cr : 10~17 %、

Sn : 0. 03~0. 3 %、

N : 0. 005~0. 10 %

を含有し、残部がFe及び不可避的成分からなることを特徴とするマルテンサイト系快削ステンレス鋼。

【請求項3】 質量%で、さらに

S : 0. 05%超~0. 4 %

を含有することを特徴とする請求項1記載のマルテンサイト系快削ステンレス鋼。

【請求項4】 質量%で、さらに

Si : 0. 05~0. 4 %、

Al : 0. 01%以下、

O : 0. 005~0. 015 %

を含有することを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載のマルテンサイト系快削ステンレス鋼。

【請求項5】 質量%で、さらに

B : 0. 0005~0. 02 %、

Ca : 0. 0005~0. 02 %、

Bi : 0. 005~0. 20 %

の1種または2種以上を含有することを特徴とする請求項1乃至4記載のいずれか1項に記載のマルテンサイト系快削ステンレス鋼。

【請求項6】 質量%で、さらに

Ni : 0. 05~1. 0 %、

Cu : 0. 05~2. 5 %、

Mo : 0. 05~3. 0 %、

Co : 0. 05~1. 0 %以下

の1種または2種以上を含有することを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載のマルテンサイト系快削ステンレス鋼。

【請求項7】 質量%で、さらに

Nb : 0. 05~0. 3 %、

V : 0. 05~0. 3 %、

W : 0. 05~0. 3 %、

Ta : 0. 05~0. 3 %、

Zr : 0. 005~0. 3 %

の1種または2種以上を含有することを特徴とする請求項1乃至6記載のいずれか1項に記載のマルテンサイト系快削ステンレス鋼。

【請求項8】 質量%で、さらに

REM : 0. 0005~0. 2 %、

Ti : 0. 01~0. 3 %、

Mg : 0. 0005~0. 01 %

の1種または2種以上を含有することを特徴とする請求項1乃至7のいずれか1項に記載のマルテンサイト系快削ステンレス鋼。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、マルテンサイト系快削ステンレス鋼に係わり、快削性元素として、Pb, Se, Te等の有害元素を含有せず、耐食性、冷間加工性、被削性に優れた環境に優しいマルテンサイト系快削ステンレス鋼に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、マルテンサイト系快削ステンレス鋼にSUS416, SUS420F等の硫化物系の快削鋼が使用されてきたが、耐食性、冷間加工性、または被削性等の特性向上の要求が高かった。そのため、近年、該鋼に快削元素としてPb, Se, Teを添加して対応してきた。例えば、Sに加えTeを添加して硫化物の形態を球状に制御して冷間鍛造性を向上させることが提案されている(特開昭54-59712号公報)。また、低Cのマルテンサイト系ステンレス鋼にPb, Te, Se, Bi等の快削元素を添加した冷間加工性に優れる快削鋼が提案されている(特開平1-008258号公報)。

【0003】しかしながら、最近Pb等の毒性の強い快削元素は、近年の環境問題から規制される動きが強くなっているため、製造できなくなりつつある。このように従来のステンレス鋼では、Pb, Te等の毒性の強い元素を使用せずに、熱間製造性を損なうことなく冷間鍛造性、耐食性、被削性等の特性を向上させた、環境親和性に優れたマルテンサイト系快削ステンレス鋼はあまり提案されていない。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記のような従来技術の欠点を解消するためになされたものであって、Pb等の毒性の強い元素を使用せずに、熱間製造性を損なうことなく冷間鍛造性、耐食性、被削性の特性を向上させた、環境に優しいマルテンサイト系快削ステンレス鋼を安価に提供することを目的としたものである。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するためには、本発明者らは、マルテンサイト系ステンレス鋼に快削元素として、熱間製造性、耐食性、冷間加工性を低下さ

せずに被削性を向上させるSnを添加し、またSi, O, Ca, Al, S, Bi量を制御することで更に被削性を向上させ、またBi, S等の添加を制限することで、Pb等の毒性の強い元素を使用せずに冷間加工性、耐食性を改善できることを見出し、本発明をなしたものである。

【0006】すなわち、本発明の要旨とするところは以下の通りである。

(1) 質量%で、C : 0.05~0.40%, Mn : 0.05~3.0%, P : 0.01~0.1%, Cr : 1.0~1.7%, Sn : 0.03~0.3%

N : 0.005~0.10%を含有し、残部がFe及び不可避的成分からなることを特徴とするマルテンサイト系快削ステンレス鋼。

(2) 質量%で、C : 0.05~0.15%, Mn : 0.05~3.0%, P : 0.01~0.1%, S : 0.0005~0.05%, Cr : 1.0~1.7%, Sn : 0.03~0.3%, N : 0.005~0.10%を含有し、残部がFe及び不可避的成分からなることを特徴とするマルテンサイト系快削ステンレス鋼。

【0007】(3) 質量%で、さらにS : 0.05%超~0.4%を含有することを特徴とする前記(1)記載のマルテンサイト系快削ステンレス鋼。

(4) 質量%で、さらにSi : 0.05~0.4%, Al : 0.01%以下、O : 0.005~0.015%を含有することを特徴とする前記(1)乃至

(3)のいずれか1項に記載のマルテンサイト系快削ステンレス鋼。

(5) 質量%で、さらにB : 0.0005~0.02%, Ca : 0.0005~0.02%, Bi : 0.05~0.20%の1種または2種以上を含有することを特徴とする前記(1)乃至(4)記載のいずれか1項に記載のマルテンサイト系快削ステンレス鋼。

【0008】(6) 質量%で、さらにNi : 0.05~1.0%, Cu : 0.05~2.5%, Mo : 0.05~3.0%, Co : 0.05~1.0%以下の1種または2種以上を含有することを特徴とする前記(1)乃至(5)のいずれか1項に記載のマルテンサイト系快削ステンレス鋼。

(7) 質量%で、さらにNb : 0.05~0.3%, V : 0.05~0.3%, W : 0.05~0.3%, Ta : 0.05~0.3%, Zr : 0.005~0.3%の1種または2種以上を含有することを特徴とする前記(1)乃至(6)記載のいずれか1項に記載のマルテンサイト系快削ステンレス鋼。

(8) 質量%で、さらにREM : 0.0005~0.2%, Ti : 0.01~0.3%, Mg : 0.0005~0.01%の1種または2種以上を含有することを特徴とする前記(1)乃至(7)のいずれか1項に記載

のマルテンサイト系快削ステンレス鋼。ここでREMとは、La, Ce, Y等の希土類元素をいう。

【0009】

【発明の実施の形態】以下に、請求項1の本発明鋼の成分範囲について、限定理由を述べる。Cは、マルテンサイト組織を得てマトリックスの強度を高めるため0.05%以上添加するが、過度な添加は被削性を劣化させるため、上限を0.40%とした。好ましくは0.35%以下である。

【0010】Mnは、Sと硫化物をつくり被削性を向上させる元素であるため、0.05%以上添加する。しかしながら3%超添加するとその効果は飽和するし、逆に切削性が劣化する。そのため上限を3%に限定した。更に、耐食性を向上させるには、好ましくは0.8%以下である。

【0011】Pは被削性の向上に有効な元素であり、0.01%以上添加するが、製造性、冷間加工性および耐食性を劣化させるため、上限を0.1%とした。好ましくは0.01~0.04%である。

【0012】Crは耐食性を確保するために10%以上添加する。しかしながら、17%を超えて添加するとマルテンサイト組織を得難くなる。そのため上限を17%とした。好ましくは11.0~15.0%である。

【0013】Snはマルテンサイト系ステンレス鋼において軟化焼鈍で粒界偏析する元素であり、熱間製造性、冷間鍛造性、耐食性を劣化させずに被削性を向上させる元素である。そのため0.03%以上添加する。しかしながら、0.3%を超えて添加すると熱間製造性や被削性が劣化する。そのため上限を0.3%とした。図1に12Cr-0.1C-0.05Bi系の材料にSnを添加した材料(4mm厚さ)のドリル穴開け時間を示す。Snを0.03~0.3%までは2.5秒以内にドリルが貫通しており、その効果が大きい。好ましくは0.05~0.20%である。

【0014】Nは製品の強度を確保するため、0.005%以上添加するが、添加し過ぎると軟化焼鈍時のマトリックスの強度を高め、冷間鍛造性および被削性を劣化させるため上限を0.10%とした。好ましくは0.005~0.06%である。

【0015】次に、請求項2, 3の本発明鋼の成分範囲について、限定理由を述べる。Cは、マルテンサイト組織を得てマトリックスの強度を高めるため0.05%以上添加するが、0.15%超の添加は冷間鍛造性を劣化させるため、冷間鍛造を実施する時の上限を0.15%とした。好ましくは0.12%以下である。

【0016】Sは快削元素であるが、マトリックス中でMnやCrの硫化物を形成し、そのノッチ効果のため冷間鍛造性を劣化させる。そのため、冷間鍛造性を実施する時(請求項2)の上限は0.05%とした。好ましくは0.03%以下である。また冷間鍛造性を実施せず、

切削性を重視する時（請求項3）は、Sを0.05%超添加する。しかしながら、0.4%超添加するとその効果は飽和するし、熱間製造性が著しく劣化する。そのため上限を0.4%とした。好ましくは0.35%以下である。

【0017】次に、請求項4の本発明の成分について、限定理由を述べる。Siは脱酸元素として必要なため0.05%以上添加する。しかしながら、0.4%を超えて添加すると凝固時の脱酸生成物が低融点のMnO-SiO₂系リッチとなり、それを核として晶出する非金属介在物も微細分散する。0.4%以下であれば、凝固時の脱酸生成物が比較的高融点で粗大なMnO-Cr₂O₃系リッチとなり、それを核として晶出する非金属介在物も粗く分散する。その結果、被削性が向上する。そのため上限を0.4%とした。好ましくは0.05～0.3%である。尚、非金属介在物の粗大分散には、後述するが、Oを0.005%以上とする必要である。

【0018】Alは0.01%を超えて添加された場合、硬質なAl系の酸化物を主に形成し、被削性を劣化させる。そのため上限を0.01%に限定した。好ましくは0.005%以下である。

【0019】Oは前述しているように凝固時の脱酸生成物を粗大なMnO-Cr₂O₃系リッチにすることで被削性を向上させるために、0.005%以上添加する。但し、0.015%を超えて添加すると逆に硬質な酸化物の割合が増え、被削性が低下する。そのため上限を0.015%とした。好ましくは0.005～0.012%である。

【0020】次に、請求項5の本発明の成分について、限定理由を述べる。Bは熱間加工性の向上のために必要に応じて0.0005%添加する。しかしながら、0.02%を超えて添加すると粗大なボライドが生成し、逆に熱間加工性や耐食性を劣化させる。そのため上限を0.02%とした。好ましくは0.01%以下である。

【0021】Caは凝固時の硫化物の形態を均一に分散させ、被削性および熱間製造性を向上させ、また、S快削鋼の耐食性を向上させる目的で、必要に応じて0.0005%以上添加する。しかしながら、0.02%を超えて添加するとその効果は飽和するし、逆に粗大な介在物が増加して耐食性が劣化するし、不経済である。そのため上限を0.02%とした。好ましくは0.008%以下である。

【0022】Biは被削性を向上させるため、必要に応じて0.005%以上添加する。しかしながら、0.2%を超えて添加すると熱間加工性を著しく劣化させる。そのため上限を0.20%とした。好ましくは0.15%以下である。

【0023】次に、請求項6の本発明の成分について、限定理由を述べる。Ni、Coはマトリックスの韌性を高めるため、必要に応じてそれぞれ0.05%以上添加

するが、過剰に添加し過ぎると硬度が高くなり被削性が劣化するため、上限を1%とした。

【0024】Cuは被削性元素であるため、必要に応じて0.05%以上添加するが、過剰に添加しすぎると硬さが高くなり、被削性が逆に低下する。そのため上限を2.5%とした。

【0025】Moは鋼の耐食性を向上させるため、必要に応じて0.05%以上添加するが、過剰に添加すると経済的でないばかりか、被削性が逆に低下する。そのため上限を3.0%とした。好ましくは2.5%以下である。

【0026】次に、請求項7の本発明の成分について、限定理由を述べる。Nb、V、W、Taは炭窒化物の生成により旧オーステナイト粒を微細化させ、韌性を高めるため、必要に応じてそれぞれ0.05%以上添加するが、過剰な添加は強度を高め、被削性を劣化させる。そのため上限をそれぞれ0.3%とした。好ましくは0.15%以下である。Zrは炭窒化物の生成に加え、硫化物を均一に微細分散させて被削性および冷間加工性を向上させるため、必要に応じて0.005%以上添加するが、過剰な添加は強度を高め、被削性を劣化させる。そのため上限を0.3%とした。好ましくは0.15%以下である。

【0027】次に、請求項8の本発明の成分について、限定理由を述べる。REM(La, Ce, Y等の希土類元素)は熱間加工性の劣化を防止するのに有効な元素である。その効果を得るには必要に応じて0.0005%以上が必要であるが、多量に添加するとかえって熱間加工性を低下させるため、上限を0.2%とした。好ましくは0.1%以下である。

【0028】Tiは鋼の耐食性を向上させ、また、Mgと同時に添加すると鉄片の組織を微細化させ、熱間加工性を向上させるのに有効な元素である。その効果を得るには必要に応じて0.01%以上が必要であるが、多量に添加すると粗大な硬質介在物を生成させ、被削性を劣化させるため、上限を0.3%とした。好ましくは0.15%以下である。

【0029】Mgは鋼の熱間加工性を向上させ、特にTiの共存でその効果が大きくなる。その効果を得るには必要に応じて0.0005%以上が必要であるが、多量に添加すると粗大な硬質介在物を生成させ、被削性を劣化させるため、上限を0.01%とした。好ましくは0.005%以下である。

【0030】

【実施例】表1、表2に示す化学成分の供試材を真空溶解し、50kg鋼塊を作製した。表1は、Sが0.05%以下で冷間鍛造と切削性が要求される場合、表2は、Sが0.05%超で切削性のみが要求される場合の化学成分を示す。これらの鋼塊を熱間鍛造および熱間圧延を行い、21mmΦの棒鋼にした。その後、850℃で焼鈍

を行い、ピーリング加工およびセンタレス加工により、 $20\text{ mm}\phi$ の棒鋼に仕上げた。

【0031】評価は、Sが0.05%未満で冷間鍛造性と切削性の両特性が要求される場合と、Sが0.05%以上で切削性のみが要求される場合に分けた。冷間鍛造性と切削性の両特性が要求される場合、すなちSが0.05%以下の場合（成分：表1）、切削性、冷間鍛造性、熱間製造性を評価した。

【0032】切削性は、この棒鋼を表3に示す条件で切削試験を行い、被削性を評価した。なお、被削性の評価は工具寿命と切屑形状で行った。工具寿命はフランク摩耗量で評価し、30min後のフランク摩耗量が $50\mu\text{m}$ 以下であれば工具寿命は○、 $50\mu\text{m}$ 超の場合は×と評価した。また、切屑形状は規則的にカール状に分断されれば○、不規則な形の連続切屑の場合は×と評価した。本発明鋼の切屑処理性は○であった。

【0033】熱間製造性は上記鋳片表層から、試験片（ $\phi 8\text{ mm} \times 110\text{ mm}$ ）を切り出し、サーモレスター試験によって熱間加工性を評価した。評価は 1000°C における破断絞り値で行い、その時の絞り値が60%以上であれば熱間加工性は○、60%未満の場合は×と評価した。本発明鋼の熱間加工性は全て○であった。

【0034】冷間鍛造性は、上記棒鋼から 0.5 mm Vノッチを入れた $\phi 10\text{ mm} \times 20\text{ mm}$ 試験片を切り出し、 1 mm/sec のスピードで圧縮試験を行い、割れが発生する圧縮加工率（限界圧縮率）にて評価した。限界圧縮率が60%以上であれば冷間加工性を○とし、60%未満なら×と評価した。本発明の冷間加工性は全て○であった。

【0035】これらの試験結果をまとめて表4に示す。本発明鋼のNo.1～37は、マルテンサイト系ステンレス鋼にSn, Bi等を適用添加することによって、Pb等の毒性の強い元素を使わなくても、冷間鍛造性、切屑処理性、工具寿命、熱間製造性の全てに優れている。

【0036】これに対して、比較鋼のNo.38～61では、いずれも次のような欠点が見られた。比較鋼のNo.38では、Sn量（%）が低いため切削時の工具寿命と切屑処理性に劣っている。比較鋼39のでは、Sn量（%）が高いため素材が硬くなり、切削時の工具寿命に劣り、また、熱間製造性にも劣る。比較鋼のNo.40, 41では、C量（%）およびN量（%）が高いため冷間鍛造性および工具寿命に劣っている。比較鋼のNo.42では、Mn量（%）が高いため冷間鍛造性と工具寿命に劣っている。

【0037】比較鋼のNo.43では、P量（%）が高いため冷間鍛造性と熱間加工性に劣っている。比較鋼のNo.44では、S量（%）が高いため冷間鍛造性に劣っている。比較鋼のNo.45では、Cr量（%）が低いため耐食性に劣る。一方、比較鋼No.46では、Cr量（%）が高いため、マルテンサイト組織が得られない。

比較鋼のNo.47では、Ni量（%）が高いため冷間鍛造性に劣っている。比較鋼のNo.48, 49, 50では、Mo量（%），Cu量（%），Co量（%）がいずれも本発明範囲を超えており、冷間鍛造性および工具寿命に劣る。比較鋼のNo.51では、B量（%）が高いため熱間加工性に劣る。

【0038】比較鋼のNo.52では、Ca量（%）が高いため耐食性に劣るばかりか、不経済である。比較鋼のNo.53では、Bi量（%）が高いため冷間鍛造性および熱間加工性に劣る。比較鋼のNo.54～58では、Nb量（%），V量（%），W量（%），Ta量（%），Zr量（%）がいずれも本発明の範囲を超えており、冷間鍛造性および工具寿命に劣る。比較例のNo.59では、Y量（%）が高いため、熱間加工性に劣る。比較例のNo.60では、Ti量（%）が高いため、冷間鍛造性および工具寿命に劣る。比較例のNo.61では、Mg量（%）が高いため、工具寿命に劣る。

【0039】次に切削性のみが要求される場合、すなち、Sが0.05%超の場合、切削性、熱間加工性を評価した。切削性は、棒鋼を表2に示す条件で切削試験を行い、工具寿命と切屑形状で行った。工具寿命はフランク摩耗量で評価し、30min後のフランク摩耗量が $30\mu\text{m}$ 以下であれば工具寿命は○、 $30\mu\text{m}$ 超の場合は×と評価した。また、切屑形状は規則的にカール状に分断されれば○、不規則な形の連続切屑の場合は×と評価した。本発明鋼の工具寿命と切屑処理性は共に○であった。

【0040】熱間加工性は上記鋳片表層から、試験片（ $\phi 8\text{ mm} \times 110\text{ mm}$ ）を切り出し、サーモレスター試験によって熱間加工性を評価した。評価は 1000°C における破断絞り値で行い、その時の絞り値が60%以上であれば熱間加工性は○、60%未満の場合は×と評価した。本発明鋼の熱間加工性は全て○であった。

【0041】これらの試験結果を表5に示す。本発明鋼のNo.62～71は、マルテンサイト系ステンレス鋼にSnを添加し、更にS, P, Bi, Zr等に加え、酸化物制御を施しており、Pb等の毒性の強い元素を使わなくても切屑処理性、工具寿命、熱間加工性の全てに優れている。但しSi, Alを低めてOを高めた本発明鋼のNo.62, 67は、Si, Alが高くOが低い本発明鋼のNo.65, 66に比べて工具寿命に優れている。

【0042】これに対して比較鋼のNo.72～76では、いずれも次のような欠点が見られた。比較鋼のNo.72, 73では、N量（%）およびC量（%）が高いため工具寿命に劣る。比較鋼のNo.74～76では、S, P, Bi量（%）がいずれも本発明の範囲を超えており、熱間加工性に劣る。

【0043】

【表1】

【表1】

	C	Si	Mn	S	P	Ni	Cr	Mo	Cu	Al	O	Sn	N	その他	請求項
本発明鋼1	0.12	0.2	0.6	0.02	0.03	0.2	12.1	0.05	0.05	0.004	0.008	0.12	0.02		1.2
本発明鋼2	0.11	0.25	0.4	0.04	0.03	0.1	12.3	0.1	0.1	0.005	0.007	0.08	0.02		1.2
本発明鋼3	0.12	0.2	0.4	0.02	0.02	0.1	12.4	0.1	0.05	0.004	0.007	0.25	0.01		1.2
本発明鋼4	0.14	0.2	0.8	0.02	0.03	0.3	12.1	0.1	0.1	0.003	0.006	0.1	0.03		1.2
本発明鋼5	0.06	0.2	0.4	0.02	0.03	0.2	12.4	0.05	0.05	0.006	0.007	0.1	0.05		1.2
本発明鋼6	0.06	0.2	0.4	0.02	0.03	0.2	12.4	0.05	0.1	0.004	0.008	0.13	0.08		1.2
本発明鋼7	0.11	0.2	1.5	0.02	0.03	0.1	12.3	0.05	0.05	0.005	0.007	0.11	0.03		1.2
本発明鋼8	0.11	0.25	2.1	0.03	0.02	0.1	12.1	0.05	0.1	0.008	0.007	0.1	0.03		1.2
本発明鋼9	0.11	0.21	0.5	0.03	0.08	0.05	12.1	0.05	0.05	0.005	0.008	0.12	0.02		1.2
本発明鋼10	0.09	0.21	0.4	0.05	0.02	0.1	12.2	0.1	0.1	0.004	0.007	0.12	0.02		1.2
本発明鋼11	0.09	0.2	0.5	0.02	0.02	0.2	10.5	0.1	0.05	0.007	0.006	0.1	0.03		1.2
本発明鋼12	0.11	0.2	0.5	0.03	0.03	0.2	14.5	0.1	0.05	0.005	0.007	0.1	0.01		1.2
本発明鋼13	0.11	0.2	0.4	0.02	0.02	0.1	16.5	0.05	0.05	0.008	0.007	0.11	0.02		1.2
本発明鋼14	0.08	0.2	0.6	0.04	0.02	0.1	11.8	1.1	0.1	0.007	0.006	0.1	0.01		6
本発明鋼15	0.12	0.25	0.5	0.03	0.02	0.2	11.9	2	0.1	0.008	0.008	0.1	0.02		6
本発明鋼16	0.11	0.28	0.5	0.02	0.03	0.2	12.3	2.7	0.05	0.004	0.008	0.12	0.02		6
本発明鋼17	0.08	0.2	0.4	0.03	0.02	0.2	12.2	0.1	0.6	0.008	0.008	0.1	0.02		6
本発明鋼18	0.09	0.2	0.4	0.02	0.03	0.2	12.1	0.1	2.1	0.003	0.007	0.1	0.03		6
本発明鋼19	0.09	0.24	0.4	0.02	0.02	0.5	12.2	0.1	0.05	0.006	0.007	0.1	0.02		6
本発明鋼20	0.07	0.2	0.5	0.03	0.02	0.9	12.8	0.05	0.05	0.008	0.008	0.12	0.02		6
本発明鋼21	0.08	0.2	0.6	0.02	0.02	0.1	12.1	0.1	0.1	0.004	0.008	0.1	0.02	Ca:0.7	6
本発明鋼22	0.12	0.15	0.4	0.03	0.03	0.2	12.1	0.05	0.05	0.006	0.007	0.1	0.03	B:0.005	5
本発明鋼23	0.11	0.25	0.5	0.02	0.02	0.3	12.2	0.05	0.05	0.003	0.007	0.1	0.02	Ca:0.004	5
本発明鋼24	0.1	0.2	0.5	0.02	0.02	0.2	12.1	0.05	0.1	0.005	0.008	0.12	0.02	Ca:0.008	5
本発明鋼25	0.1	0.1	0.4	0.01	0.01	0.2	12	0.05	0.1	0.004	0.006	0.1	0.01	Bi:0.09	5
本発明鋼26	0.07	0.2	0.5	0.02	0.02	0.2	12.1	0.1	0.1	0.004	0.008	0.12	0.01	Bi:0.14	5
本発明鋼27	0.06	0.2	0.4	0.02	0.03	0.1	12.1	0.05	0.1	0.004	0.008	0.12	0.02	Bi:0.18	5
本発明鋼28	0.11	0.2	0.4	0.02	0.03	0.2	11.9	0.1	0.1	0.005	0.007	0.1	0.01	Nb:0.1	7
本発明鋼29	0.09	0.2	0.5	0.02	0.02	0.3	11.8	0.1	0.1	0.004	0.008	0.1	0.02	V:0.2	7
本発明鋼30	0.08	0.25	0.6	0.03	0.02	0.1	12	0.1	0.1	0.006	0.007	0.1	0.02	W:0.2	7
本発明鋼31	0.1	0.2	0.4	0.02	0.03	0.1	12.1	0.05	0.1	0.004	0.008	0.1	0.03	Ta:0.1	7
本発明鋼32	0.11	0.25	0.5	0.02	0.02	0.2	12.2	0.1	0.05	0.004	0.007	0.1	0.01	Zr:0.05	7
本発明鋼33	0.12	0.2	0.4	0.03	0.02	0.3	12.1	0.05	0.05	0.005	0.006	0.1	0.02	La:0.01	8
本発明鋼34	0.11	0.25	0.4	0.02	0.01	0.3	12	0.05	0.05	0.006	0.007	0.1	0.01	Ce:0.01	8
本発明鋼35	0.1	0.2	0.3	0.02	0.03	0.2	11.9	0.1	0.1	0.004	0.008	0.1	0.02	Y:0.01	8
本発明鋼36	0.09	0.2	0.4	0.03	0.02	0.1	11.8	0.1	0.1	0.004	0.007	0.1	0.03	Ti:0.1	8
本発明鋼37	0.1	0.2	0.3	0.02	0.02	0.1	12.1	0.1	0.05	0.005	0.006	0.1	0.03	Mg:0.004	8
比較鋼38	0.11	0.2	0.4	0.02	0.03	0.1	12.3	0.05	0.05	0.004	0.008	0.01*	0.02		1.2
比較鋼39	0.12	0.2	0.3	0.02	0.02	0.1	12.1	0.1	0.05	0.005	0.008	0.4*	0.02		1.2
比較鋼40	0.19*	0.2	0.4	0.02	0.03	0.1	12.5	0.05	0.1	0.005	0.008	0.12	0.02		1.2
比較鋼41	0.07	0.2	0.8	0.02	0.03	0.1	13.1	0.05	0.05	0.004	0.008	0.12	0.12*		1.2
比較鋼42	0.12	0.2	3.5*	0.03	0.02	0.2	11.9	0.1	0.05	0.003	0.007	0.1	0.03		1.2
比較鋼43	0.12	0.25	0.6	0.03	0.13*	0.1	12.3	0.05	0.05	0.004	0.007	0.12	0.02		1.2
比較鋼44	0.13	0.25	0.6	0.08*	0.04	0.1	12.2	0.05	0.05	0.007	0.008	0.11	0.02		1.2
比較鋼45	0.12	0.25	0.3	0.03	0.02	0.2	9*	0.1	0.1	0.003	0.007	0.1	0.02		1.2
比較鋼46	0.09	0.25	0.3	0.03	0.02	0.3	17.5*	0.05	0.05	0.008	0.008	0.1	0.02		1.2
比較鋼47	0.11	0.2	0.4	0.02	0.02	1.3*	12.1	0.1	0.05	0.004	0.008	0.1	0.03		6
比較鋼48	0.12	0.2	0.3	0.02	0.02	0.3	11.9	3.1*	0.1	0.007	0.007	0.1	0.03		6
比較鋼49	0.13	0.2	0.4	0.03	0.02	0.2	12.2	0.2	3.2*	0.008	0.006	0.1	0.03		6
比較鋼50	0.08	0.2	0.4	0.01	0.02	0.2	12.1	0.05	0.05	0.006	0.006	0.1	0.02	Ca:1.1*	6
比較鋼51	0.12	0.2	0.3	0.01	0.03	0.2									

【表2】

	C	Si	Mn	S	P	Ni	Cr	Mo	Cu	Al	O	Sn	N	その他	請求項
本発明範囲62	0.12	0.2	0.7	0.31	0.02	0.2	12.2	0.05	0.05	0.004	0.008	0.1	0.02		1.3
本発明範囲63	0.33	0.25	1.1	0.29	0.03	0.1	12.3	0.1	0.1	0.005	0.007	0.1	0.01		1.3
本発明範囲64	0.38	0.2	0.9	0.31	0.02	0.1	12.2	0.05	0.1	0.004	0.008	0.11	0.02		1.3
本発明範囲65	0.11	0.5	1.1	0.31	0.02	0.2	12.3	0.05	0.1	0.008	0.003	0.1	0.02		4
本発明範囲66	0.1	0.2	1.1	0.29	0.02	0.1	12.1	0.05	0.1	0.015	0.003	0.1	0.02		4
本発明範囲67	0.09	0.2	0.9	0.28	0.02	0.1	11.9	0.1	0.1	0.004	0.014	0.1	0.03		4
本発明範囲68	0.1	0.2	0.8	0.21	0.07	0.1	12.1	0.05	0.05	0.004	0.008	0.1	0.02		3
本発明範囲69	0.09	0.2	0.2	0.18	0.02	0.2	12.5	0.1	0.2	0.005	0.011	0.1	0.02	Bi:0.08	5
本発明範囲70	0.07	0.2	0.8	0.15	0.02	0.3	12.8	0.1	0.5	0.004	0.007	0.11	0.02	Bi:0.13	5
本発明範囲71	0.08	0.2	0.8	0.32	0.02	0.2	13	0.1	0.05	0.004	0.008	0.1	0.02	Zr:0.01	7
比較鋼72	0.12	0.25	1.1	0.28	0.03	0.2	12.2	0.05	0.05	0.005	0.008	0.1	0.08*		1.3
比較鋼73	0.44*	0.25	1.1	0.3	0.03	0.1	13.1	0.1	0.05	0.006	0.007	0.1	0.01		1.3
比較鋼74	0.09	0.2	0.9	0.42*	0.02	0.1	12.2	0.05	0.1	0.003	0.008	0.1	0.02		3
比較鋼75	0.1	0.2	0.8	0.28	0.12*	0.2	12.1	0.1	0.05	0.004	0.007	0.1	0.02		1
比較鋼76	0.11	0.2	0.8	0.25	0.03	0.1	12.1	0.1	0.05	0.003	0.007	0.1	0.02	Bi:0.22*	5

※:本発明範囲から外れているもの。

【0045】

【表3】

【表3】

	工具寿命	切削処理性
試験材	φ20mm	φ20mm
切削工具	超鋼	超鋼
切削方式	外周長手切削	外周長手切削
切削速度	150m/min	100m/min
送り速度	0.15mm/rev.	0.07mm/rev.
切り込み量	1mm	1mm
切削時間	30min	10s
切削油	無し(乾式)	有り(湿式)
評価方法	フランク摩耗量	切屑形状

【0046】

【表4】

【表4】

鋼記号	冷間鍛造性	工具寿命(mm)	切削処理性	熱間加工性	備考
本発明鋼1	○	30	○	○	
本発明鋼2	○	50	○	○	
本発明鋼3	○	40	○	○	
本発明鋼4	○	45	○	○	
本発明鋼5	○	40	○	○	
本発明鋼6	○	50	○	○	
本発明鋼7	○	45	○	○	
本発明鋼8	○	45	○	○	
本発明鋼9	○	35	○	○	
本発明鋼10	○	35	○	○	
本発明鋼11	○	30	○	○	
本発明鋼12	○	35	○	○	
本発明鋼13	○	30	○	○	
本発明鋼14	○	40	○	○	
本発明鋼15	○	45	○	○	
本発明鋼16	○	50	○	○	
本発明鋼17	○	35	○	○	
本発明鋼18	○	40	○	○	
本発明鋼19	○	45	○	○	
本発明鋼20	○	50	○	○	
本発明鋼21	○	40	○	○	
本発明鋼22	○	30	○	○	
本発明鋼23	○	30	○	○	
本発明鋼24	○	30	○	○	
本発明鋼25	○	25	○	○	
本発明鋼26	○	25	○	○	
本発明鋼27	○	20	○	○	
本発明鋼28	○	35	○	○	
本発明鋼29	○	35	○	○	
本発明鋼30	○	40	○	○	
本発明鋼31	○	40	○	○	
本発明鋼32	○	30	○	○	
本発明鋼33	○	30	○	○	
本発明鋼34	○	30	○	○	
本発明鋼35	○	30	○	○	
本発明鋼36	○	35	○	○	
本発明鋼37	○	30	○	○	
比較鋼38	○	70*	×	○	
比較鋼39	×	60*	○	×	
比較鋼40	×	80*	○	○	
比較鋼41	×	90*	○	○	
比較鋼42	×	80*	○	○	
比較鋼43	×	30	○	×	
比較鋼44	×	30	○	○	
比較鋼45	○	30	○	○	耐食性不良
比較鋼46	○	35	○	○	組織不良
比較鋼47	×	80*	○	○	
比較鋼48	×	60*	○	○	
比較鋼49	×	70*	○	○	
比較鋼50	×	80*	○	○	
比較鋼51	○	30	○	×	
比較鋼52	○	30	○	○	耐食性、不経済
比較鋼53	×	25	○	×	
比較鋼54	×	60*	○	○	
比較鋼55	×	70*	○	○	
比較鋼56	×	80*	○	○	
比較鋼57	×	70*	○	○	
比較鋼58	×	70*	○	○	
比較鋼59	○	30	○	×	
比較鋼60	×	70*	○	○	
比較鋼61	○	60*	○	○	

※:本発明範囲から外れているもの。

【0047】

【表5】

【表5】

鋼記号	工具寿命(μm)	切削処理性	熱間加工性
本発明鋼62	20	○	○
本発明鋼63	20	○	○
本発明鋼64	30	○	○
本発明鋼65	30	○	○
本発明鋼66	30	○	○
本発明鋼67	20	○	○
本発明鋼68	30	○	○
本発明鋼69	20	○	○
本発明鋼70	15	○	○
本発明鋼71	20	○	○
比較鋼72	50*	○	○
比較鋼73	60*	○	○
比較鋼74	20	○	×
比較鋼75	25	○	×
比較鋼76	15	○	×

※:本発明範囲から外れているもの。

* 【0048】

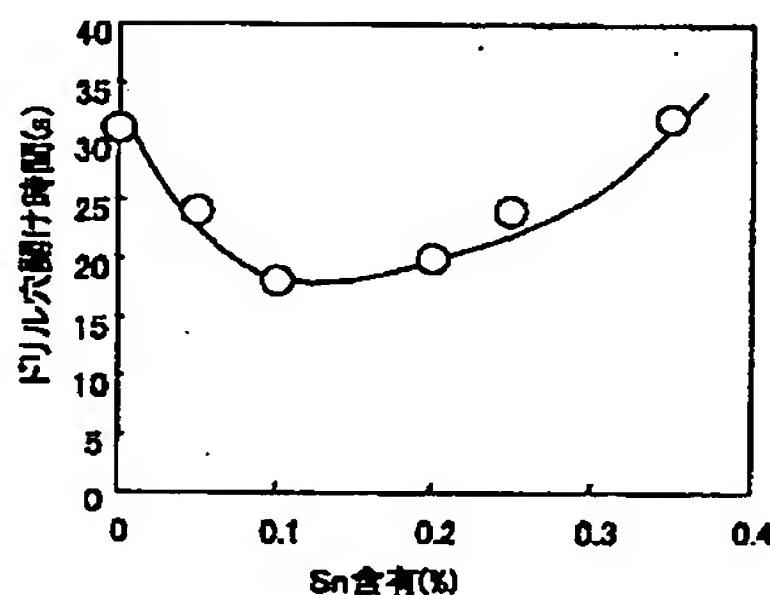
【発明の効果】本発明は、マルテンサイト系ステンレス鋼にSn等を添加し、また、S, P, Bi等の添加元素を規制し、更には介在物の形態を制御することによって、環境衛生上で問題のあるPb, Se, Teなしに冷間鍛造性、切削性、熱間製造性に優れたマルテンサイト系快削ステンレス鋼を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】Cr12-0.1C-0.05Bi(4mm厚
10さ)のドリル穴開け時間とSn量の関係を示す図である。

*

【図1】



フロントページの続き

(72)発明者 竹内 和久

光市大字島田3434番地 新日本製鐵株式会
社光製鐵所内

(72)発明者 菊池 正夫

東京都千代田区大手町2-6-3 新日本
製鐵株式会社内